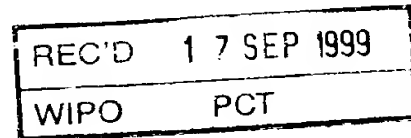


## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

DE 99/01869

020988  
EJKV**Bescheinigung**

Die ROBERT BOSCH GMBH in Stuttgart/Deutschland und die Heimann Opto-electronics GmbH in Wiesbaden/Deutschland haben eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Vorrichtung zur Erfassung elektromagnetischer Strahlung"

am 30. Juni 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol G 01 J 1/42 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 4. August 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 198 29 027.6

Wassmeyer

R 33818

18.06.1998

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart  
EG & G HEIMANN, 65199 Wiesbaden

"Vorrichtung zur Erfassung elektromagnetischer Strahlung"

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung elektromagnetischer Strahlung mit lokaler Auflösung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

Gängige Halbleiterdetektoren, beispielsweise für Infrarotstrahlung, umfassen eine auf einem Halbleitersubstrat aufgebaute Detektorstruktur. Zum Nachweis von Infrarotstrahlung kommen hierbei Detektorarrays bestehend aus sogenannten Thermopile-Sensoren in Frage. Der Substrat der Detektorstruktur wird üblicherweise mit einem Gehäuse verbunden, in das oberhalb der Detektorstruktur ein Schutzfenster eingefaßt ist. Das Schutzfenster ist durchlässig für die nachzuweisende Strahlung und schützt die Detektorstruktur vor störenden Einflüssen der Umgebung, beispielsweise vor Verschmutzung.

In Verbindung mit einem ortsauflösenden Detektorarray kann mit einer solchen Vorrichtung ein bildgebender Sensor

realisiert werden. Bildgebende IR-Sensoren werden beispielsweise für die Kfz-Innenraumüberwachung benötigt. Für ein bildgebendes Verfahren muß eine Abbildungslinse vorgesehen werden, die den abzubildenden Gegenstand auf der Ebene des Detektorarrays abbildet. Herkömmliche Abbildungslinsen mit herkömmlichen Materialien stellen einen erheblichen Kostenfaktor für derartige Sensorsysteme dar. Preiswertere Kunststofflinsen sind in ihrer Anwendung begrenzt, da sie beispielsweise temperaturempfindlich sind.

#### Vorteile der Erfindung

Demgegenüber hat die Erfindung die Aufgabe, eine Vorrichtung zur Erfassung elektromagnetischer Strahlung mit lokaler Auflösung für bildgebende Einsatzzwecke vorzusehen, die kostengünstig herstellbar und montierbar ist.

Dementsprechend zeichnet sich eine erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch aus, daß eine mikromechanisch hergestellte Linse vorgesehen wird. Mikromechanisch läßt sich eine Linse aus Halbleitermaterial, beispielsweise aus Silizium, in großer Stückzahl und kostengünstig fertigen. Die Abbildungseigenschaften sowie die Temperaturstabilität derartiger Linsen sind, insbesondere im Infrarotbereich, ausreichend, um bildgebende Sensoren damit zu bestücken.

---

In einer Weiterbildung der Erfindung wird die mikromechanisch hergestellte Linse starr mit dem Halbleitersubstrat der Detektorstruktur verbunden. Diese Verbindung kann beispielsweise durch Montage an einem Schutzgehäuse für die Detektorstruktur vorgenommen werden. Durch die starre Verbindung mit der Detektorstruktur ist die erfindungsgemäße Vorrichtung ohne zusätzlich erforderliche Justierung der

Linse einsatzfähig, wodurch der Montageaufwand für die Detektorvorrichtung am Einsatzort verringert wird.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird die Linse zugleich als Schutzfenster für die Detektorstruktur verwendet. Auf diese Weise wird ein separates Schutzfenster entbehrlich und die erfindungsgemäße Vorrichtung preisgünstiger.

Bei einer Ausführung mit Schutzgehäuse wird somit die mikromechanische Linse bevorzugt an Stelle des bisherigen Schutzfensters in der entsprechenden Fassung des Schutzgehäuses befestigt.

Andere Aufbauten sind jedoch ohne weiteres ebenfalls denkbar, so kann beispielsweise die mikromechanische Linse über Abstandshalter mit dem Substrat der Detektorstruktur verbunden werden.

Eine solche Verbindung kann beispielsweise durch Kleben oder durch anodisches Bonden, etc. bewerkstelligt werden. Sämtliche bekannten und künftigen Verbindungsarten im Halbleiterbereich, insbesondere bei Silizium, können hierfür Anwendung finden.

---

Die mikromechanische Linse wird bevorzugt, wie oben angeführt, auf einem Halbleitersubstrat aufgebaut. Neben der kostengünstigen Fertigung ergibt sich der zusätzliche Vorteil, daß das Substrat der Linse gut mit dem Substrat der Detektorstruktur zu verbinden ist, beispielsweise auf eine der oben angedeuteten Möglichkeiten.

Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn das Substrat der Linse und das Substrat des Detektorsystems das gleiche

Material aufweisen, so daß eine Verbindung zwischen den beiden Substraten ohne weiteres möglich ist. Gegebenenfalls kann auch ein Abstandshalter das gleiche Material aufweisen.

In einer weiteren vorteilhaftesten Ausführungsform der Erfindung wird die Detektorstruktur auf der Rückseite des Substrats der Linse angebracht. Hierdurch wird eine besonders kompakte Detektorvorrichtung realisiert. Die Detektorstruktur kann hierbei ebenso wie im vorgenannten Ausführungsbeispiel mit Abstandshaltern als separate Struktur auf das Substrat der Linse aufgesetzt und mit dieser verbunden werden. Die Justierung der Linse zum Detektor kann in dieser Ausführung ebenso wie im oben beschriebenen Beispiel mit Abstandshaltern bereits auf Waferebene vor der Vereinzelung der einzelnen Sensoren vorgenommen werden. Dies bedeutet, daß zwei Wafer mit einer Vielzahl von mikromechanischen Linsen und einer Vielzahl von Detektorstrukturen zueinander justiert und miteinander befestigt werden, bevor durch Auftrennen der Wafer die einzelnen Sensoren separiert werden. Die Justierung ist dadurch besonders einfach und hochpräzise vorzunehmen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird die Detektorstruktur auf der Rückseite des Substrats der Linse in monolithischer Bauweise aufgebaut. In diesem Fall ~~ist das komplette System bestehend aus Linse und~~ Detektorstruktur auf einem Wafer aufgebaut. Diese Ausführungsform wäre gewissermaßen die am höchsten entwickelte Ausführungsvariante der Erfindung mit entsprechend großen Vorteilen hinsichtlich dem Fertigungsaufwand und der Justierung.

Bei einem monolithischen Aufbau wie oben angeführt empfiehlt sich ein Detektoraufbau, der von der Rückseite her bestrahlt wird. Dies bedeutet, daß das Substrat, auf dem die

Detektorstruktur aufgebaut ist, für die nachzuweisende Strahlung durchlässig sein muß.

Zum Aufbau bewährter Thermopile-Sensoren in dieser Bauweise ist es sinnvoll, eine Membran aus Halbleitersubstrat, z. B. aus Silizium, aufzubauen, um eine zu große Wärmediffusion der beim Auftreffen der nachzuweisenden Strahlung entstehenden Wärme zu vermeiden. Diese Wärme wird durch entsprechende Thermopileelemente nachgewiesen. Eine solche Membran kann bei monolithischer Bauweise beispielsweise durch anisotropes Ätzen einer Kaverne und/oder Herausätzen einer porösen Schicht hergestellt werden. Sämtliche geeignete mikromechanischen Herstellungsverfahren, insbesondere auch künftige Fertigungsverfahren, können hierfür verwendet werden.

#### Ausführungsbeispiel

Verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend an Hand der Figuren näher erläutert.

Im einzelnen zeigen Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung einer ersten Ausführungsvariante der Erfindung,

---

Fig. 2 eine Fig. 1 entsprechenden Darstellung einer zweiten Ausführungsvariante,

Fig. 3 eine entsprechende Darstellung einer dritten Ausführungsvariante und

Fig. 4 eine weitere Ausführung der Erfindung in monolithischer Bauweise.

Die Vorrichtung 1 gemäß Fig. 1 umfaßt ein Substrat 2, beispielsweise aus Silizium, auf dem eine Detektorstruktur 3 aufgebracht ist. Die Detektorstruktur 3 ist vereinfacht dargestellt und kann beispielsweise eine Vielzahl von Thermopilesensoren enthalten.

Ein Schutzgehäuse 4 deckt die Detektorstruktur 3 ab und schützt diese vor störenden Umwelteinflüssen, beispielsweise vor Verschmutzung. Oberhalb der Detektorstruktur 3 ist eine mikromechanische Linse 5 als Schutzfenster in dem Schutzgehäuse 4 eingefaßt. Hierdurch kann mit der Vorrichtung 1 ein bildgebendes Verfahren durchgeführt werden. Die bildgebenden Eigenschaften durch die Linse 5 sind durch zwei Strahlengänge 6 schematisch angedeutet.

In dieser Ausführungsform wird eine separate Linse entbehrlich, wodurch neben einem Materialaufwand auch eine aufwendige Justierung entfallen kann. Zudem läßt sich eine mikromechanische Linse 5 gemäß dem Ausführungsbeispiel in großer Stückzahl kostengünstig fertigen.

Das weiterführende Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 zeigt wiederum eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1, wobei die mikromechanische Linse 5 ohne Schutzgehäuse über

---

Abstandshalter 7 mit dem Substrat 2 der Detektorstruktur 3 verbunden ist. Unterhalb der Detektorstruktur 3 ist in dieser Figur eine Kaverne 8 eingezeichnet, wodurch das Substrat 2 im Bereich der Detektorstruktur 3 eine dünne Membran 9 bildet. Die dünne Membran 9 verhindert ein zu schnelles Abfließen der durch die eintreffende Strahlung entstehenden Wärme. Diese Wärme wird durch Thermopileelemente nachgewiesen. Durch die Eingrenzung der Wärmediffusion durch die dünne Ausbildung der

Membran 9 wird somit die Empfindlichkeit der Vorrichtung 1 verbessert.

Die Ausbildung gemäß Fig. 2 kann bereits fertigungstechnisch so hergestellt werden, daß die Justierung zwischen der Linse 5 und dem Substrat 2 gleichzeitig für eine Vielzahl von jeweils auf einem Wafer vorliegendem Bauelement vorgenommen wird. Nach Herstellung der Verbindung zwischen der Linse 5 und dem Substrat 2 über die Abstandshalter 7 kann anschließend die Vereinzelung erfolgen, wobei jede Sensorvorrichtung 1 gleichermaßen gut justiert ist.

In der Vorrichtung gemäß Fig. 3 ist die Membran 9 der Detektorstruktur 3 bereits unmittelbar mit dem Substrat 10 der mikromechanischen Linse 5 verbunden. Die mikromechanische Linse 5 ist als Wölbung auf dem Substrat 10 ausgebildet, während die Membran 9 auf der Rückseite des Substrats 10 angebracht ist. Die Membran 9 mit der Detektorstruktur 3 kann beispielsweise separat aufgebaut und anschließend mit dem Substrat 10 der Linse 5, beispielsweise durch Bonden oder Kleben, verbunden werden. Wie im vorgenannten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ist hier eine Justierung und Verbindung zeitgleich für eine Vielzahl von Bauelementen durch Aneinanderfügen von zwei Wafern vor der Vereinzelung der einzelnen Sensoren 1 möglich. Die Ausführungsform gemäß Fig. 3 stellt die kleinste Bauweise für eine erfindungsgemäße Vorrichtung unter den beschriebenen Ausführungsbeispielen dar.

In einer Weiterbildung dieser Ausführung wird die gesamte Vorrichtung 1 monolithisch durch mikromechanische Fertigungsverfahren auf einem Substrat aufgebaut. Das Substrat 10 entspricht in Bezug auf die Detektorstruktur 3 somit dem vorgenannten Substrat 2. Die Kaverne 8 befindet



sich in der Ausführung gemäß Fig. 3 zwischen der Rückseite der Linse 5 und der Membran 9. Bei monolithischer Bauweise muß diese Kaverne nach Herstellung der Membran ausgebildet werden. Dies kann durch Ätzen, beispielsweise anisotropes Ätzen oder Ätzen an einer dafür vorgesehenen porösen Schicht, einer sogenannten Opferschicht, vorgenommen werden. Für die monolithische Bauweise stehen wiederum alle derzeit bekannten und künftigen mikromechanischen Fertigungstechniken zur Verfügung.

Die Darstellung gem. Fig. 4 zeigt eine mit dem vorgenannten Beispiel vergleichbare Ausführungsform in monolithischer Bauweise, wobei die Kaverne 8 im Inneren des Substrats 10 angebracht ist, so daß sich die Membran 9 und die Detektorstruktur 3 auf der ebenen Rückseite des Substrats 10 befinden.

In Fig. 3 und Fig. 4 ist die Detektorstruktur 3 auf der Rückseite der Membran 9 angedeutet, wie dies im Falle einer monolithischen Bauweise vorzusehen wäre. In diesem Fall ist dafür Sorge zu tragen, daß die Membran 9 für die nachzuweisende Strahlung 6 durchlässig ist.

Im Falle eines Infrarotsensors käme hierfür beispielsweise die Verwendung von Silizium als Substratmaterial in Frage. Silizium wäre weiterhin ein geeignetes Material, auch für die vorgenannten Ausführungsbeispiele, sowohl für den Aufbau der Detektorstruktur 3 als Substrat 2 sowie für den Aufbau der mikromechanischen Linse 5. Silizium ist ein vergleichsweise preiswerter Halbleiter und ermöglicht somit die kostengünstige Fertigung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Bezugszeichenliste:

- 1 Vorrichtung
  - 2 Substrat
  - 3 Detektorstruktur
  - 4 Schutzgehäuse
  - 5 mikromechanische Linse
  - 6 Strahlengang
  - 7 Abstandshalter
  - 8 Kaverne
  - 9 Membran
  - 10 Substrat
-

Ansprüche:

1. Vorrichtung zur Erfassung elektromagnetischer Strahlung mit lokaler Auflösung für bildgebende Sensoren, wobei eine auf einem Halbleitersubstrat aufgebaute Detektorstruktur und ein Schutzfenster für die Detektorstruktur vorhanden sind, dadurch gekennzeichnet, daß eine mikromechanisch hergestellte Linse 5 vorgesehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Linse 5 starr mit der Detektorstruktur 3 verbunden ist.
3. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die Linse 5 das Schutzfenster bildet.
4. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die Linse 5 in ein Schutzgehäuse 4 gefaßt ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß Abstandshalter 7 zwischen dem Substrat 2 der Detektorstruktur 3 und der Linse 5 vorgesehen sind.
6. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die mikromechanische Linse 5 auf einem Halbleitersubstrat aufgebaut ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die mikromechanische Linse 5 und

das Substrat der Detektorstruktur 3 aus dem gleichen Material bestehen.

8. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die mikromechanische Linse und/oder das Substrat 2 der Detektorstruktur 3 aus Silizium bestehen.

9. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die Detektorstruktur 3 auf der Rückseite des Substrats 10 der Linse 5 aufgebracht sind.

10. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß eine Membran 9 als Träger der Detektorstruktur 3 ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die Detektorstruktur 3 Thermoelemente umfaßt.

12. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die Linse 5 und die Detektorstruktur 3 durch Verbindung zweier Wafer vor der Vereinzelung einzelner Vorrichtungen 1 hergestellt werden.

13. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die Linse 5 und die Detektorstruktur 3 monolithisch mikromechanisch hergestellt werden.

Zusammenfassung:

Es wird eine Vorrichtung (1) zur Erfassung elektromagnetischer Strahlung mit lokaler Auflösung für bildgebende Verfahren vorgeschlagen, die kostengünstig herstellbar und montierbar ist. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß eine mikromechanisch hergestellte Linse (5) vorgesehen wird.

---

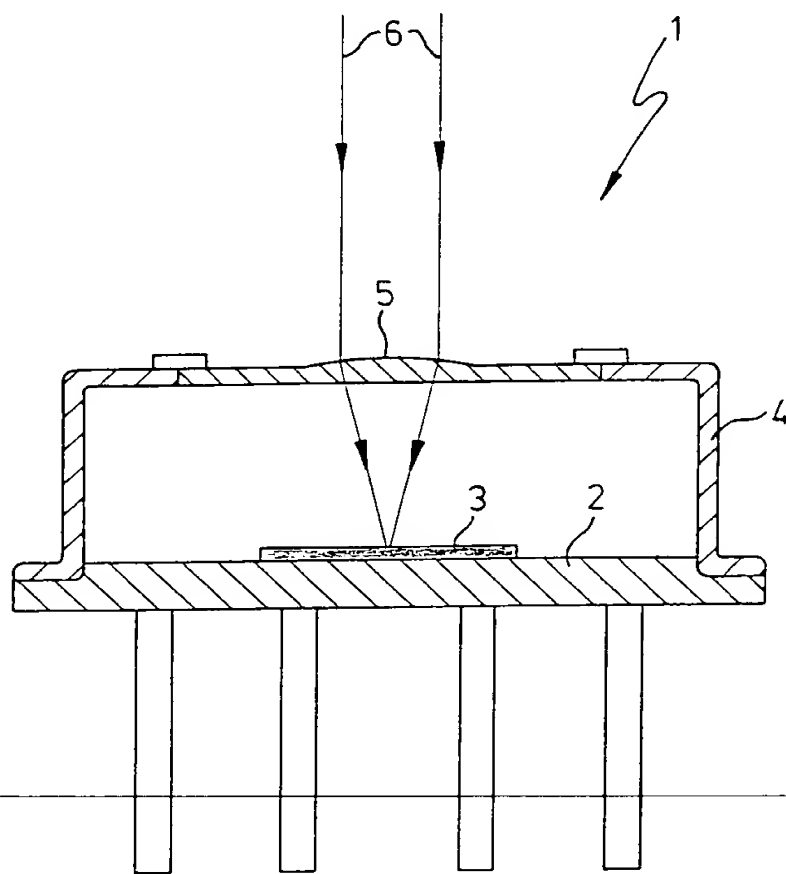


Fig. 1

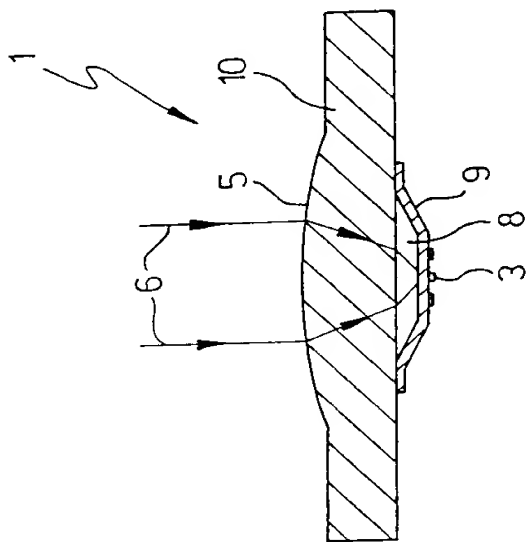


Fig. 3

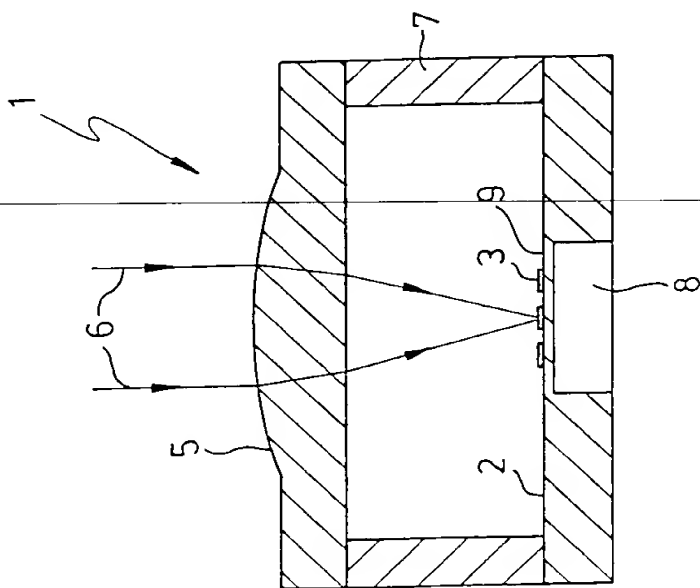


Fig. 2

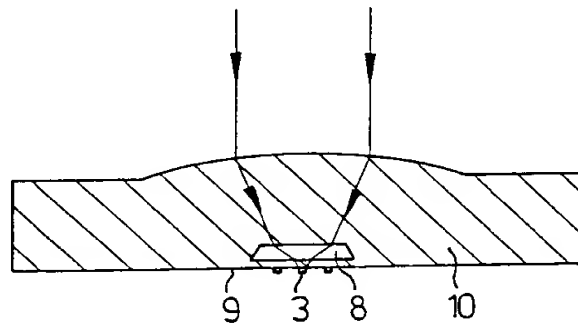


Fig.4